

AD

RS  
#  
5  
6-6-02

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

Yutaka MURAKAMI et al.

Serial No.: 09/240,632

Art Unit: 2634

Filed: February 1, 1999

Examiner: C.M. Fan

For: MODULATION METHOD AND RADIO  
COMMUNICAITON SYSTEM

Atty Docket: 20402/0568

**SUBMISSION OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT(S) and  
CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119**

**RECEIVED**

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

JUN 05 2002

Technology Center 2600

Sir:

Priority under 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed to the following priority document(s), **uncertified** copies of which are enclosed. The documents were filed in a foreign country within the proper statutory period prior to the filing of the above-referenced United States patent application.

<u>Priority Document Serial No.</u>	<u>Country</u>	<u>Filing Date</u>
<u>10-018593</u>	<u>Japan</u>	<u>January 30, 1998</u>
<u>10-044983</u>	<u>Japan</u>	<u>February 26, 1998</u>

Acknowledgement of this claim and submission in the next official communication is respectfully requested.

Respectfully submitted,

George R. Pettit, Reg. No. 27,369  
Connolly Bove Lodge & Hutz LLP  
1990 M Street, N.W.  
Washington, D.C. 20036-3425  
Telephone: 202-331-7111

Date:

6/03/02



45-98110-TH (1)

日本国特許庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

願年月日  
Date of Application:

1998年 1月30日

願番号  
Application Number:

平成10年特許願第018593号

願人  
Applicant(s):

松下電器産業株式会社

RECEIVED

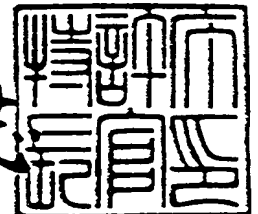
JUN 05 2002

Technology Center 2600

1999年 1月18日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

伴佐山建志



出証番号 出証特平10-3107304

整理番号 = 2 9 3 1 0 9 0 0 9 2 特願平10-018593

(1)

【書類名】 特許願

【整理番号】 2 9 3 1 0 9 0 0 9 2

【提出日】 平成10年1月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H 0 4 L 2 7 / 3 2

【発明の名称】 変調方式とそれを用いた無線通信システム

【請求項の数】 2 4

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下  
技研株式会社内

【氏名】 村上 豊

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下  
技研株式会社内

【氏名】 折橋 雅之

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下  
技研株式会社内

【氏名】 松岡 昭彦

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下  
技研株式会社内

【氏名】 佐川 守一

【特許出願人】

【識別番号】 0 0 0 0 0 5 8 2 1

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 1 0 0 0 7 8 2 0 4

【弁理士】

【氏名又は名称】 滝本 智之

【選任した代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21000

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9702380

【書類名】 明細書

【発明の名称】 変調方式とそれを用いた無線通信システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 無線通信に用いられ、第 1 の変調方式である 8 値以上の多値変調方式を、定期的に第 2 の変調方式である位相変調 (Phase Shift Keying) 方式と切り替えることを特徴とする変調方式。

【請求項 2】 位相変調方式が、直交位相変調 (Quadrature Phase Shift Keying) 方式であることを特徴とする請求項 1 記載の変調方式。

【請求項 3】 直交位相変調方式が、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ方式であることを特徴とする請求項 2 記載の変調方式。

【請求項 4】 8 値以上の多値変調方式が、8 値以上の多値直交振幅変調 (Quadrature Amplitude Shift Keying) 方式であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の変調方式。

【請求項 5】 8 値以上の多値変調方式が、8 値以上の多値直交振幅変調 (Quadrature Amplitude Shift Keying) 方式であることを特徴とする請求項 3 記載の変調方式。

【請求項 6】 8 値以上の多値直交振幅変調方式が、16 値直交振幅変調 (16 Quadrature Amplitude Shift Keying) 方式であることを特徴とする請求項 4 記載の変調方式。

【請求項 7】 8 値以上の多値直交振幅変調方式が、16 値直交振幅変調 (16 Quadrature Amplitude Shift Keying) 方式であることを特徴とする請求項 5 記載の変調方式。

【請求項 8】 8 値以上の多値直交振幅変調方式が、信号点を同相一直交平面において原点を中心に  $\pi/4$  ラジアン回転させた方式であることを特徴とする請求項 4 記載の変調方式。

【請求項 9】 8 値以上の多値直交振幅変調方式が、信号点を同相一直交平面において原点を中心に  $\pi/4$  ラジアン回転させた方式であることを特徴とする請求項 5 記載の変調方式。

【請求項 10】 16 値直交振幅変調方式が、信号点を同相一直交平面におい

て原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた方式であることを特徴とする請求項6記載の変調方式。

【請求項11】 16値直交振幅変調方式が、信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた方式であることを特徴とする請求項7記載の変調方式。

【請求項12】 同相一直交平面において、第1の変調方式の信号点の振幅の最大値と、第2の変調方式の信号点の振幅とが等しいことを特徴とする請求項1から11のいずれかに記載の変調方式。

【請求項13】 同相一直交平面において、第1の変調方式の信号点間距離を、第2の変調方式の信号点間距離の0.9から1.5倍としたことを特徴とする請求項6, 7, 10, 11のいずれかに記載の変調方式。

【請求項14】 同相一直交平面において、第1の変調方式の信号点間距離を、第2の変調方式の信号点間距離の2倍としたことを特徴とする請求項6または11記載の変調方式。

【請求項15】 同相一直交平面において、第1の変調方式の信号点間距離を、第2の変調方式の信号点間距離の1.41倍としたことを特徴とする請求項7または10記載の変調方式。

【請求項16】 無線通信に用いられ、第1の変調方式である16値直交振幅変調方式を、定期的に第2の変調方式である直交位相変調方式と切り替えることを特徴とする変調方式。

【請求項17】 16値直交振幅変調方式が、信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた方式であることを特徴とする請求項16記載の変調方式。

【請求項18】 直交位相変調方式が、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ方式であることを特徴とする請求項16記載の変調方式。

【請求項19】 16値直交振幅変調方式が信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた方式であり、直交位相変調方式が同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ方式であることを特徴

とする請求項16記載の変調方式。

【請求項20】 同相一直交平面において、第1の変調方式の信号点の振幅の最大値と、第2の変調方式の信号点の振幅とが等しいことを特徴とする請求項16から19のいずれかに記載の変調方式。

【請求項21】 同相一直交平面において、第1の変調方式の信号点間距離を、第2の変調方式の信号点間距離の0.9から1.5倍としたことを特徴とする請求項16から19のいずれかに記載の変調方式。

【請求項22】 同相一直交平面において、第1の変調方式の信号点間距離を、第2の変調方式の信号点間距離の2倍としたことを特徴とする請求項16または19記載の変調方式。

【請求項23】 同相一直交平面において、第1の変調方式の信号点間距離を、第2の変調方式の信号点間距離の1.41倍としたことを特徴とする請求項17または18記載の変調方式。

【請求項24】 請求項1から23のいずれかに記載の変調方式を用いた無線通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、無線通信に用いられるディジタル変調方式と、それを用いた無線通信システムに関する。

【0002】

【従来技術】

従来、ディジタル移動無線通信方式において準同期検波を行う際のパイロットシンボルに関する方法として、特開平9-93302号公報に記載されているものが知られている。図17が従来伝送される信号のフレームの構成を示しており、図17において、1フレームはN個のシンボルから構成されており、フレームの先頭に既知データからなるパイロットシンボルが2つ挿入されており、その後(N-2)個の情報シンボルが続いており、伝送される信号では、これが各フレーム毎に繰り返される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来の方法はパイロットシンボルは既知のデータであるため、データ転送量が低下するという欠点がある。

【0004】

本発明は、8 値以上の多値変調方式を定期的に位相変調 (Phase Shift Keying) 方式と切り替え、データの転送と同時にパイロットシンボルとしての役割をもたせることにより、データ転送量の低下を抑えることを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

この問題を解決するために本発明は、8 値以上の多値変調方式を定期的に位相変調 (Phase Shift Keying) 方式と切り替え、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、準同期検波を行う。

【0006】

これにより、位相変調方式によってデータが転送されるため、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることが可能となるという効果が得られる。

【0007】

【発明の実施の形態】

本発明の請求項 1 に記載の発明は、無線通信に用いられ、第 1 の変調方式である 8 値以上の多値変調方式を、定期的に第 2 の変調方式である位相変調 (Phase Shift Keying) 方式と切り替えることを特徴とする変調方式であり、位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0008】

請求項 2 に記載の発明は、位相変調方式が、直交位相変調 (Quadrature Phase

Shift Keying) 方式であることを特徴とする請求項1記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0009】

請求項3に記載の発明は、直交位相変調方式が、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ方式であることを特徴とする請求項2記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0010】

請求項4に記載の発明は、8値以上の多値変調方式が、8値以上の多値直交振幅変調 (Quadrature Amplitude Shift Keying) 方式であることを特徴とする請求項1または2記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0011】

請求項5に記載の発明は、8値以上の多値変調方式が、8値以上の多値直交振幅変調 (Quadrature Amplitude Shift Keying) 方式であることを特徴とする請求項3記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えるこ

とができるという作用を有する。

【0012】

請求項6に記載の発明は、8値以上の多値直交振幅変調方式が、16値直交振幅変調 (16 Quadrature Amplitude Shift Keying) 方式であることを特徴とする請求項4記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0013】

請求項7に記載の発明は、8値以上の多値直交振幅変調方式が、16値直交振幅変調 (16 Quadrature Amplitude Shift Keying) 方式であることを特徴とする請求項5記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0014】

請求項8に記載の発明は、8値以上の多値直交振幅変調方式が、信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた方式であることを特徴とする請求項4記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0015】

請求項9に記載の発明は、8値以上の多値直交振幅変調方式が、信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた方式であることを特徴とする請求項5記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを

転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

#### 【0016】

請求項10に記載の発明は、16値直交振幅変調方式が、信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた方式であることを特徴とする請求項6記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

#### 【0017】

請求項11に記載の発明は、16値直交振幅変調方式が、信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた方式であることを特徴とする請求項7記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

#### 【0018】

請求項12に記載の発明は、同相一直交平面において、第1の変調方式の信号点の振幅の最大値と、第2の変調方式の信号点の振幅とが等しいことを特徴とする請求項1から11のいずれかに記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

#### 【0019】

請求項13に記載の発明は、同相一直交平面において、第1の変調方式の信号点間距離を、第2の変調方式の信号点間距離の0.9から1.5倍としたことを特徴とする請求項6, 7, 10, 11のいずれかに記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0020】

請求項14に記載の発明は、同相一直交平面において、第1の変調方式の信号点間距離を、第2の変調方式の信号点間距離の2倍としたことを特徴とする請求項6または11記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0021】

請求項15に記載の発明は、同相一直交平面において、第1の変調方式の信号点間距離を、第2の変調方式の信号点間距離の1.41倍としたことを特徴とする請求項7または10記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0022】

請求項16に記載の発明は、無線通信に用いられ、第1の変調方式である16値直交振幅変調方式を、定期的に第2の変調方式である直交位相変調方式と切り替えることを特徴とする変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、

既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0023】

請求項17に記載の発明は、16値直交振幅変調方式が、信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた方式であることを特徴とする請求項16記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0024】

請求項18に記載の発明は、直交位相変調方式が、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ方式であることを特徴とする請求項16記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0025】

請求項19に記載の発明は、16値直交振幅変調方式が信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた方式であり、直交位相変調方式が同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ方式であることを特徴とする請求項16記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0026】

請求項20に記載の発明は、同相一直交平面において、第1の変調方式の信号

点の振幅の最大値と、第2の変調方式の信号点の振幅とが等しいことを特徴とする請求項16から19のいずれかに記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

## 【0027】

請求項21に記載の発明は、同相一直交平面において、第1の変調方式の信号点間距離を、第2の変調方式の信号点間距離の0.9から1.5倍としたことを特徴とする請求項16から19のいずれかに記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

## 【0028】

請求項22に記載の発明は、同相一直交平面において、第1の変調方式の信号点間距離を、第2の変調方式の信号点間距離の2倍としたことを特徴とする請求項16または19記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができるという作用を有する。

## 【0029】

請求項23に記載の発明は、同相一直交平面において、第1の変調方式の信号点間距離を、第2の変調方式の信号点間距離の1.41倍としたことを特徴とする請求項17または18記載の変調方式であり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量

の低下を抑えることができるという作用を有する。

【0030】

請求項24に記載の発明は、請求項1から23のいずれかに記載の変調方式を用いた無線通信システムであり、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えた無線通信システムを構築できるという作用を有する。

【0031】

以下、本発明の実施の形態について図1から図16を用いて説明する。

(実施の形態1)

図1は、本実施の形態における無線通信システムの構成概念図である。図1において、10は送信機であり、11は送信ディジタル信号、12は直交ベースバンド変調部で、送信ディジタル信号11を入力して送信直交ベースバンド信号の同相成分13と直交成分14を出力し、この同相成分13と直交成分14を送信無線部15で送信信号16に変換し、アンテナ17から送信する。20は受信機であり、21はアンテナ、22は受信無線部で、アンテナで受信した信号を入力して受信直交ベースバンド信号の同相成分23と直交成分24を出力する。25は振幅歪み量推定部で、同相成分23と直交成分24を入力して、振幅歪み量を推定し、振幅歪み量推定信号27を出力する。26は周波数オフセット量推定部で、同相成分23と直交成分24を入力して、周波数オフセット量を推定し、周波数オフセット量推定信号28を出力する。28は準同期検波部で、同相成分23と直交成分24、及び振幅歪み量推定信号27と周波数オフセット量推定信号28を入力して、準同期検波を行い、受信ディジタル信号を出力する。

【0032】

図2は、8値以上の多値変調方式の一例である16値振幅位相変調(16 Amplitude Phase Shift Keying)方式の同相I-直交Q平面における信号点配置を示し、図2において、101は16値振幅位相変調方式の信号点である。また、図3は、位相変調方式の一例である直交位相変調方式の同相I-直交Q平面におけ

る信号点配置を示し、図3において、201は直交位相変調方式の信号点である。そして、図4は伝送信号のフレーム構成として、16値振幅位相変調と直交位相変調のNシンボル内の構成の一例を示している。

【0033】

図2、図3および図4を用いて、8値以上の多値変調方式を、定期的に直交位相変調方式と切り替える変調方式について説明する。図2は、同相I-直交Q平面における16値振幅位相変調方式の信号点101の配置を示しており、信号点101の配置位置は(数1)

【0034】

【数1】

$$I_{16APSK} = h_0 \left\{ \cos\left(\frac{\pi}{8}\right) \cos\left(\frac{k\pi}{4}\right) - \sin\left(\frac{\pi}{8}\right) \sin\left(\frac{k\pi}{4}\right) \right\} + h_1 \cos\left(\frac{k\pi}{4}\right)$$

$$Q_{16APSK} = h_0 \left\{ \cos\left(\frac{\pi}{8}\right) \sin\left(\frac{k\pi}{4}\right) + \sin\left(\frac{\pi}{8}\right) \cos\left(\frac{k\pi}{4}\right) \right\} + h_1 \sin\left(\frac{k\pi}{4}\right)$$

【0035】

で表される。ただし、16値振幅位相変調方式の信号点101は( $I_{16APSK}$ ,  $Q_{16APSK}$ )で表し、 $k$ は整数、および( $h_0$ ,  $h_1$ )は( $0$ ,  $g_1$ )または( $g_0$ ,  $0$ )とし、 $g_0$ 、 $g_1$ は定数で、 $g_1$ は $g_0$ より大きいものとする。このとき、図2のように、16値振幅位相変調方式の最大信号点振幅は $g_1$ で表される。また、図3は、同相I-直交Q平面における直交位相変調方式の信号点201の配置を示しており、信号点201の配置位置は(数2)

【0036】

【数2】

$$I_{QPSK} = p \left\{ \cos\left(\frac{\pi}{4}\right) \cos\left(\frac{k\pi}{2}\right) - \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) \sin\left(\frac{k\pi}{2}\right) \right\}$$

$$Q_{QPSK} = p \left\{ \cos\left(\frac{\pi}{4}\right) \sin\left(\frac{k\pi}{2}\right) + \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) \cos\left(\frac{k\pi}{2}\right) \right\}$$

【0037】

で表される。ただし、直交位相変調方式の信号点201は( $I_{QPSK}$ ,  $Q_{QPSK}$ )で

表し、 $k$ は整数、および $p$ は定数とする。このとき、図3のように、直交位相変調方式の信号点振幅は $p$ で表され、信号点間距離は(数3)

【0038】

【数3】

$$\sqrt{2p}$$

【0039】

で表される。

図4は、 $N$ シンボルにおける16値振幅位相変調と直交位相変調の構成の一例を示したものである。送信機10の直交ベースバンド変調部12において、16値振幅位相変調を上記のように定期的に直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、送信無線部15を介して送信信号16をアンテナ17から送信する。復調側として受信機20では、アンテナ21で受信した信号を、受信無線部22を介して振幅歪み量推定部25と周波数オフセット量推定部26に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部29により準同期検波を行う。

【0040】

特に、16値振幅位相変調方式の最大信号点振幅 $g_1$ と直交位相変調方式の信号点振幅 $p$ を等しくしたとき、復調側で精度よく周波数オフセット量および振幅歪み量を推定することができる。

【0041】

ここで、 $N$ シンボル中の16値振幅位相変調と直交位相変調の構成は図4の構成に限ったものではない。また、8値以上の多値変調方式の例として16値振幅位相変調方式で説明したが、8値以上の多値変調方式は16値振幅位相変調方式に限ったものではない。また、位相変調方式は、直交位相変調方式としたが、これに限ったものではない。

【0042】

以上のように本実施の形態によれば、図4を例とするような、8値以上の多値変調方式において、定期的に直交位相変調方式などの位相変調方式と切り替える

変調方式により、位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

【0043】

また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

【0044】

(実施の形態2)

本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

【0045】

図5は、8値以上の多値直交振幅変調方式の一例である $2^{2^m}$ 値直交振幅変調方式の同相I-直交Q平面における信号点配置を示し、図5において、401は $2^{2^m}$ 値直交振幅変調方式の信号点である。また、直交位相変調方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は実施の形態1の図3と同様である。そして、図6は伝送信号のフレーム構成として、 $2^{2^m}$ 値直交振幅変調と直交位相変調のNシンボル内の構成の一例を示している。

【0046】

図3、図5および図6を用いて、8値以上の多値直交振幅変調方式において、定期的に直交位相変調方式と切り替える変調方式について説明する。図5は、同相I-直交Q平面における $2^{2^m}$ 値直交振幅変調方式の信号点401の配置を示しており、信号点401の配置位置は(数4)

【0047】

【数4】

$$\begin{aligned} I_{\text{sum}} &= q(2^{a-1}a_1 + 2^{a-2}a_2 + \cdots + 2^0a_a) \\ Q_{\text{sum}} &= q(2^{a-1}b_1 + 2^{a-2}b_2 + \cdots + 2^0b_a) \end{aligned}$$

【0048】

で表される。ただし、 $2^{2^m}$ 値直交振幅変調方式の信号点401は $(I_{QAM}, Q_{QAM})$ で表し、 $m$ は整数、 $(a_1, b_1), (a_2, b_2), \dots, (a_m, b_m)$ は1, -1のバイナリ符号、 $q$ は定数とする。このとき、図5のように、 $2^{2^m}$ 値直交振幅変調方式の最大信号点振幅は(数5)

【0049】

【数5】

$$(2^{a-1} + 2^{a-2} + \dots + 2^0)\sqrt{2}q$$

【0050】

で表される。直交位相変調方式において、信号点配置、信号点振幅および信号点間距離については、実施の形態1と同様である。

【0051】

図6は、 $N$ シンボルにおける $2^{2^m}$ 値直交振幅変調と直交位相変調方式の構成の一例を示したものである。送信機10の直交ベースバンド変調部12において、 $2^{2^m}$ 値直交振幅変調を上記のように定期的に直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、送信無線部15を介してアンテナ17から送信信号16を送信する。復調側として受信機20では、アンテナ21で受信した信号を、受信無線部22を介して振幅歪み量推定部25と周波数オフセット量推定部26に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部29により準同期検波を行う。

【0052】

特に、 $2^{2^m}$ 値直交振幅変調方式の最大信号点振幅(数5)と直交位相変調方式の信号点振幅 $p$ を等しくしたとき、復調側で精度よく周波数オフセット量および振幅歪み量を推定することができる。

【0053】

ここで、 $N$ シンボル中の $2^{2^m}$ 値直交振幅変調と直交位相変調の構成は図6の構成に限ったものではない。また、8値以上の多値直交振幅変調方式の例として $2^{2^m}$ 値直交振幅変調方式で説明したが、8値以上の多値直交振幅変調方式は $2^{2^m}$ 値

直交振幅変調方式に限ったものではない。

【0054】

以上のように本実施の形態によれば、図6を例とするような、8値以上の多値直交振幅変調方式において、定期的に直交位相変調方式と切り替える変調方式により、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

【0055】

また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

【0056】

(実施の形態3)

本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

【0057】

図7は、16値直交振幅変調方式の同相I－直交Q平面における信号点配置を示し、図7において、601は16値直交振幅変調方式の信号点である。また、直交位相変調方式の同相I－直交Q平面における信号点配置は実施の形態1の図3と同様である。そして、図8は伝送信号のフレーム構成として、16値直交振幅変調と直交位相変調のNシンボル内の構成の一例を示している。

【0058】

図3、図7および図8を用いて、16値直交振幅変調方式において、定期的に直交位相変調方式と切り替える変調方式について説明する。図7は、同相I－直交Q平面における16値直交振幅変調方式の信号点601の配置を示しており、信号点601の配置位置は(数6)

【0059】

【数6】

$$I_{16QAM} = r(2^1 a_1 + 2^0 a_2)$$

$$Q_{16QAM} = r(2^1 b_1 + 2^0 b_2)$$

【0060】

で表される。ただし、16値直交振幅変調方式の信号点601は( $I_{16QAM}$ ,  $Q_{16QAM}$ )で表し、( $a_1$ ,  $b_1$ ), ( $a_2$ ,  $b_2$ )は1, -1のバイナリ符号、 $r$ は定数とする。このとき、図7のように、16値直交振幅変調方式の最大信号点振幅は(数7)

【0061】

【数7】

$$(2^1 + 2^0)\sqrt{2}r$$

【0062】

、信号点間距離は $2r$ で表される。直交位相変調方式において、信号点配置、信号点振幅および信号点間距離については、実施の形態1と同様である。

【0063】

図8は、Nシンボルにおける16値直交振幅変調と直交位相変調の構成の一例を示したものである。送信機10の直交ベースバンド変調部12において、16値直交振幅変調を上記のように定期的に直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、送信無線部15を介してアンテナ17から送信信号16を送信する。復調側として受信機20では、アンテナ21で受信した信号を、受信無線部22を介して振幅歪み量推定部25と周波数オフセット量推定部26に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部29により準同期検波を行う。

【0064】

特に、16値直交振幅変調方式の最大信号点振幅(数7)と直交位相変調方式の信号点振幅 $p$ を等しくしたとき、復調側で精度よく周波数オフセット量および振幅歪み量を推定することができる。

【0065】

また、直交位相変調方式の信号点間距離(数3)を16値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の0.90から1.50倍としたとき搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が良好となる。

【0066】

そして、直交位相変調方式の信号点間距離(数3)を16値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の2.00倍としたとき、復調側で直交位相変調方式のベースバンド信号の同相-直交平面における振幅を求めることで、その値を16値直交振幅変調方式のベースバンド信号における同相-直交平面における振幅しきい値とすることができ、回路構成を簡単化することができる。

【0067】

ここで、Nシンボル中の16値直交振幅変調と直交位相変調の構成は図8の構成に限ったものではない。

【0068】

以上のように本実施の形態によれば、図8を例とするような、16値直交振幅変調方式において、定期的に直交位相変調方式と切り替える変調方式により、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

【0069】

また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

【0070】

(実施の形態4)

本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

【0071】

8値以上の多値変調方式の一例である16値振幅位相変調方式の同相I-直交

Q平面における信号点配置は実施の形態1の図2と同様である。図9は、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の同相I—直交Q平面における信号点配置を示し、図9において、801は同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点である。また、伝送信号のフレーム構成として、16値振幅位相変調と同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調のNシンボル内の構成の一例は、実施の形態1の図4と同様である。

【0072】

図2、図4および図9を用いて、8値以上の多値変調方式において、定期的非同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式と切り替える変調方式について説明する。16値振幅位相変調方式において、信号点配置および最大信号点振幅は実施の形態1と同様である。図9は、同相I—直交Q平面における同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点801の配置を示しており、信号点801の配置位置は(数8)

【0073】

【数8】

$$\begin{aligned} I_{\text{QPSK}n} &= I_{\text{QPSK}} \cos\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) - Q_{\text{QPSK}} \sin\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) \\ Q_{\text{QPSK}n} &= I_{\text{QPSK}} \sin\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) + Q_{\text{QPSK}} \cos\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) \end{aligned}$$

【0074】

で表される。ただし、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点801は $(I_{\text{QPSK}n}, Q_{\text{QPSK}n})$ で表し、 $(I_{\text{QPSK}}, Q_{\text{QPSK}})$ は(数2)で表され、 $n$ は整数とする。このとき、図9のように同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点振幅は $p$ 、信号点間距離は(数3)で表される。

【0075】

図9は、Nシンボルにおける16値振幅位相変調と同相一直交平面において同

相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調の構成の一例を示したものである。送信機10の直交ベースバンド変調部12において、16値振幅位相変調を上記のように、定期的に同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、送信無線部15を介してアンテナ17から送信信号16を送信する。復調側として受信機20では、アンテナ21で受信した信号を、受信無線部22を介して振幅歪み量推定部25と周波数オフセット量推定部26に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部29により準同期検波を行う。

【0076】

特に、16値振幅位相変調方式の最大信号点振幅 $g_1$ と同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点振幅 $p$ を等しくしたとき、復調側で精度よく周波数オフセット量および振幅歪み量を推定することができる。

【0077】

ここで、Nシンボル中の16値振幅位相変調と同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調の構成は図4の構成に限ったものではない。また、8値以上の多値変調方式の例として16値振幅位相変調方式で説明したが、8値以上の多値変調方式は16値振幅位相変調方式に限ったものではない。

【0078】

以上のように本実施の形態によれば、図4を例とするような、8値以上の多値変調方式において、定期的に同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式と切り替える変調方式により、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

## 【0079】

また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

## 【0080】

(実施の形態5)

本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

## 【0081】

8値以上の多値直交振幅変調方式の一例である $2^{2^m}$ 値直交振幅変調方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は実施の形態2の図5と同様である。また、同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は実施の形態4の図9と同様である。そして、伝送信号のフレーム構成として、 $2^{2^m}$ 値直交振幅変調と同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調のNシンボル内の構成の一例は、実施の形態2の図6と同様である。

## 【0082】

図5、図6および図9を用いて、8値以上の多値直交振幅変調方式において、定期的に同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式と切り替える変調方式について説明する。 $2^{2^m}$ 値直交振幅変調方式において、信号点配置および最大信号点振幅は実施の形態2と同様である。また、同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式において、信号点配置、信号点振幅および信号点間距離は実施の形態4と同様である。

## 【0083】

図6は、Nシンボルにおける $2^{2^m}$ 値直交振幅変調と同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調の構成の一例を示したものである。送信機10の直交ベースバンド変調部12において、 $2^{2^m}$ 値直交振幅変調を上記のように、定期的に同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、送信無

線部15を介してアンテナ17から送信信号16を送信する。復調側として受信機20では、アンテナ21で受信した信号を、受信無線部22を介して振幅歪み量推定部25と周波数オフセット量推定部26に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部29により準同期検波を行う。

## 【0084】

特に、 $2^m$ 値直交振幅変調方式の最大信号点振幅(数5)と同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点振幅 $p$ を等しくしたとき、復調側で精度よく周波数オフセット量および振幅歪み量を推定することができる。

## 【0085】

ここで、 $N$ シンボル中の $2^m$ 値直交振幅変調と同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調の構成は図6の構成に限ったものではない。また、8値以上の多値直交振幅変調方式の例として $2^m$ 値直交振幅変調方式で説明したが、8値以上の多値直交振幅変調方式は $2^m$ 値直交振幅変調方式に限ったものではない。

## 【0086】

以上のように本実施の形態によれば、図6を例とするような、8値以上の多値直交振幅変調方式において、定期的に同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式と切り替える変調方式により、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

## 【0087】

また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

【0088】

(実施の形態6)

本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

【0089】

16値直交振幅変調方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は実施の形態3の図7と同様である。また、同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は実施の形態4の図9と同様である。そして、伝送信号のフレーム構成として、16値直交振幅変調と同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調のNシンボル内の構成の一例は、実施の形態3の図8と同様である。

【0090】

図7、図8および図9を用いて、16値直交振幅変調方式において、定期的に同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式と切り替える変調方式について説明する。16値直交振幅変調方式において、信号点配置、最大信号点振幅および信号点間距離は実施の形態3と同様である。また、同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式において、信号点配置、信号点振幅および信号点間距離は実施の形態4と同様である。

【0091】

図8は、Nシンボルにおける16値直交振幅変調と同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調の構成の一例を示したものである。送信機10の直交ベースバンド変調部12において、16値直交振幅変調を上記のように、定期的に同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、送信無線部15を介してアンテナ17から送信信号16を送信する。復調側として受信機20では、アンテナ21で受信した信号を、受信無線部22を介して振幅歪み量推定部25と周波数オフセット量推定部26に入力し、パイロットシンボルと

して送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部29により準同期検波を行う。

#### 【0092】

特に、16値直交振幅変調方式の最大信号点振幅(数7)と同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点振幅 $p$ を等しくしたとき、復調側で精度よく周波数オフセット量および振幅歪み量を推定することができる。

#### 【0093】

また、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点間距離(数3)を16値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の0.90から1.50倍としたとき搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が良好となる。

#### 【0094】

そして、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点間距離(数3)を16値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の1.41倍としたとき、復調側で同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式のベースバンド信号の同相一直交平面における振幅を求めることで、その値を16値直交振幅変調方式のベースバンド信号における同相一直交平面における振幅しきい値とすることができ、回路構成を簡単化することができる。

#### 【0095】

ここで、Nシンボル中の16値直交振幅変調と同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調の構成は図8の構成に限ったものではない。

#### 【0096】

以上のように本実施の形態によれば、図8を例とするような、16値直交振幅変調方式において、定期的に同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式と切り替える変調方式により、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式において、デー

タを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

【0097】

また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

【0098】

(実施の形態7)

本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

【0099】

図10は、8値以上の多値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた8値以上の多値直交振幅変調方式の一例である $2^m$ 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた $2^m$ 値直交振幅変調方式の同相I一直交Q平面における信号点配置である。また、直交位相変調方式の同相I一直交Q平面における信号点配置は実施の形態1の図3と同様である。そして、伝送信号のフレーム構成として、 $2^m$ 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた $2^m$ 値直交振幅変調と直交位相変調のNシンボル内の構成の一例は、実施の形態2の図6と同様である。

【0100】

図3、図6および図10を用いて、8値以上の多値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた8値以上の多値直交振幅変調方式において、定期的に直交位相変調方式と切り替える変調方式について説明する。図10は、同相I一直交Q平面における $2^m$ 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた $2^m$ 値直交振幅変調方式の信号点901の配置を示しており、信号点901の配

置位置は(数9)

【0101】

【数9】

$$I_{QAMR} = I_{QAM} \cos\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) - Q_{QAM} \sin\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right)$$

$$Q_{QAMR} = I_{QAM} \sin\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) + Q_{QAM} \cos\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right)$$

【0102】

で表される。ただし、 $2^{2m}$ 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた $2^{2m}$ 値直交振幅変調方式の信号点901は $(I_{QAMR}, Q_{QAMR})$ で表し、 $(I_{QAM}, Q_{QAM})$ は(数4)で表され、 $n$ は整数とする。このとき、図10のように $2^{2m}$ 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた $2^{2m}$ 値直交振幅変調方式の最大信号点振幅は(数5)で表される。また、直交位相変調方式の信号点配置、信号点振幅および信号点間距離は実施の形態1と同様である。

【0103】

図6は、 $N$ シンボルにおける $2^{2m}$ 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた $2^{2m}$ 値直交振幅変調と直交位相変調の構成の一例を示したものである。送信機10の直交ベースバンド変調部12において、 $2^{2m}$ 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた $2^{2m}$ 値直交振幅変調を上記のように、定期的に直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、送信無線部15を介してアンテナ17から送信信号16を送信する。復調側として受信機20では、アンテナ21で受信した信号を、受信無線部22を介して振幅歪み量推定部25と周波数オフセット量推定部26に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部29により準同期検波を行う。

【0104】

特に、 $2^{2m}$ 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた $2^{2m}$ 値直交振幅変調方式の最大信号点振幅(数5)

と直交位相変調方式の信号点振幅 $p$ を等しくしたとき、復調側で精度よく周波数オフセット量および振幅歪み量を推定することができる。

#### 【0105】

ここで、 $N$ シンボル中の $2^{2^m}$ 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた $2^{2^m}$ 値直交振幅変調と直交位相変調の構成は図5の構成に限ったものではない。また、8値以上の多値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた8値以上の多値直交振幅変調方式の例として $2^{2^m}$ 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた $2^{2^m}$ 値直交振幅変調方式で説明したが、これに限ったものではない。

#### 【0106】

以上のように本実施の形態によれば、図6を例とするような、8値以上の多値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた8値以上の多値直交振幅変調方式において、定期的に直交位相変調方式と切り替える変調方式により、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

#### 【0107】

また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

#### 【0108】

##### (実施の形態8)

本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

#### 【0109】

図11は、16値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式の同相I一直交Q平面

における信号点配置である。また、直交位相変調方式の同相 I - 直交 Q 平面における信号点配置は実施の形態 1 の図 3 と同様である。そして、伝送信号のフレーム構成として、16 値直交振幅変調方式の信号点を同相 - 直交平面において原点を中心に  $\pi/4$  ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調と直交位相変調の N シンボル内の構成の一例は、実施の形態 3 の図 8 と同様である。

【0110】

図 3、図 8 および図 11 を用いて、16 値直交振幅変調方式の信号点を同相 - 直交平面において原点を中心に  $\pi/4$  ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式において、定期的に直交位相変調方式と切り替える変調方式について説明する。図 11 は、同相 I - 直交 Q 平面における 16 値直交振幅変調方式の信号点を同相 - 直交平面において原点を中心に  $\pi/4$  ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式の信号点 1001 の配置を示しており、信号点 1001 の配置位置は (数 10)

【0111】

【数 10】

$$\begin{aligned} I_{16QAMR} &= I_{16QAM} \cos\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) - Q_{16QAM} \sin\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) \\ Q_{16QAMR} &= I_{16QAM} \sin\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) + Q_{16QAM} \cos\left(\frac{\pi}{4} + \frac{n\pi}{2}\right) \end{aligned}$$

【0112】

で表される。ただし、16 値直交振幅変調方式の信号点を同相 - 直交平面において原点を中心に  $\pi/4$  ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式の信号点 1001 は  $(I_{16QAMR}, Q_{16QAMR})$  で表し、 $(I_{16QAM}, Q_{16QAM})$  は (数 6) で表され、 $n$  は整数とする。このとき、図 11 のように 16 値直交振幅変調方式の信号点を同相 - 直交平面において原点を中心に  $\pi/4$  ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式の最大信号点振幅は (数 7)、信号点間距離は  $2r$  で表される。また、直交位相変調方式の信号点配置、信号点振幅および信号点間距離は実施の形態 1 と同様である。

【0113】

図 8 は、N シンボルにおける 16 値直交振幅変調方式の信号点を同相 - 直交平

面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調と直交位相変調の構成の一例を示したものである。送信機10の直交ベースバンド変調部12において、16値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調を上記のように定期的に直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、送信無線部15を介してアンテナ17から送信信号16を送信する。復調側として受信機20では、アンテナ21で受信した信号を、受信無線部22介して振幅歪み量推定部25と周波数オフセット量推定部26に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部29により準同期検波を行う。

## 【0114】

特に、16値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式の最大信号点振幅(数7)と直交位相変調方式の信号点振幅 $p$ を等しくしたとき、復調側で精度よく周波数オフセット量および振幅歪み量を推定することができる。

## 【0115】

また、直交位相変調方式の信号点間距離(数3)を16値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の0.90から1.50倍としたとき搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が良好となる。

## 【0116】

そして、直交位相変調方式の信号点間距離(数3)を16値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の1.41倍としたとき、復調側で直交位相変調方式のベースバンド信号の同相-直交平面における振幅を求めることで、その値を16値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式のベースバンド信号における同相-直交平面における振幅しきい値とすることができ、回路構成を簡単化することができる。

## 【0117】

ここで、Nシンボル中の16値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調と直交位相変調の構成は図7の構成に限ったものではない。

## 【0118】

以上のように本実施の形態によれば、図8を例とするような、16値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式において、定期的に直交位相変調方式と切り替える変調方式により、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

## 【0119】

また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

## 【0120】

## (実施の形態9)

本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

## 【0121】

8値以上の多値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた8値以上の多値直交振幅変調方式の一例である $2^m$ 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた $2^m$ 値直交振幅変調方式の同相I一直交Q平面における信号点配置は、実施の形態7の図10と同様である。また、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の同相I一直交Q平面における信号点配置は実施の形態4の図9と同様である。そして、伝送信号のフレーム構成として、 $2^m$ 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原

点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた $2^{2^m}$ 値直交振幅変調と直交位相変調のNシンボル内の構成の一例は、実施の形態2の図6と同様である。

#### 【0122】

図6、図9および図10を用いて、8値以上の多値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた8値以上の多値直交振幅変調方式において、定期的に同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式と切り替える変調方式について説明する。 $2^{2^m}$ 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた $2^{2^m}$ 値直交振幅変調方式の信号点配置、最大信号点振幅は実施の形態7と同様である。また、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点配置、信号点振幅および信号点間距離は実施の形態4と同様である。

#### 【0123】

図6は、Nシンボルにおける $2^{2^m}$ 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた $2^{2^m}$ 値直交振幅変調と同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調の構成の一例を示したものである。送信機10の直交ベースバンド変調部12において、 $2^{2^m}$ 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた $2^{2^m}$ 値直交振幅変調を上記のように、定期的に同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、送信無線部15を介してアンテナ17から送信信号16を送信する。復調側として受信機20では、アンテナ21で受信した信号を、受信無線部22を介して振幅歪み量推定部25と周波数オフセット量推定部26に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部29により準同期検波を行う。

#### 【0124】

特に、 $2^{2^m}$ 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた $2^{2^m}$ 値直交振幅変調方式の最大信号点振幅（数5）と同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調

方式の信号点振幅 $p$ を等しくしたとき、復調側で精度よく周波数オフセット量および振幅歪み量を推定することができる。

#### 【0125】

ここで、 $N$ シンボル中の $2^{2^m}$ 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた $2^{2^m}$ 値直交振幅変調と同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調の構成は図5の構成に限ったものではない。また、8値以上の多値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた8値以上の多値直交振幅変調方式の例として $2^{2^m}$ 値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた $2^{2^m}$ 値直交振幅変調方式で説明したが、これに限ったものではない。

#### 【0126】

以上のように本実施の形態によれば、図6を例とするような、8値以上の多値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた8値以上の多値直交振幅変調方式において、定期的に同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式と切り替える変調方式により、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

#### 【0127】

また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

#### 【0128】

##### (実施の形態10)

本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

## 【0129】

16値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式の同相I－直交Q平面における信号点配置は、実施の形態8の図11と同様である。また、同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の同相I－直交Q平面における信号点配置は、実施の形態4の図9と同様である。そして、伝送信号のフレーム構成として、16値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調と同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調のNシンボル内の構成の一例は、実施の形態3の図8と同様である。

## 【0130】

図8、図9および図11を用いて、16値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式において、定期的に同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式と切り替える変調方式について説明する。16値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式の信号点配置、最大信号点振幅および信号点間距離は実施の形態8と同様である。また、同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点配置、信号点振幅および信号点間距離は実施の形態4と同様である。

## 【0131】

図8は、Nシンボルにおける16値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調と同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調の構成の一例を示したものである。送信機10の直交ベースバンド変調部12において、16値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調を上記のように、定期的に同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、送信無線部15を介してアンテナ17から送信

信号16を送信する。復調側として受信機20では、アンテナ21で受信した信号を、受信無線部22を介して振幅歪み量推定部25と周波数オフセット量推定部26に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部29により準同期検波を行う。

#### 【0132】

特に、16値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式の最大信号点振幅(数7)と同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点振幅 $p$ を等しくしたとき、復調側で精度よく周波数オフセット量および振幅歪み量を推定することができる。

#### 【0133】

また、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点間距離(数3)を16値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の0.90から1.50倍としたとき搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が良好となる。

そして、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点間距離(数3)を16値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の2.00倍としたとき、復調側で同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式のベースバンド信号の同相一直交平面における振幅を求めることで、その値を16値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式のベースバンド信号における同相一直交平面における振幅しきい値とすることができ、回路構成を簡単化することができる。

#### 【0134】

ここで、Nシンボル中の16値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調と同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の構成は

図8の構成に限ったものではない。

【0135】

以上のように本実施の形態によれば、図8を例とするような、16値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式において、定期的に同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式と切り替える変調方式により、同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

【0136】

また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

【0137】

(実施の形態11)

本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

【0138】

16値直交振幅変調方式の同相I－直交Q平面における信号点配置は実施の形態3の図7と同様である。また、直交位相変調方式の同相I－直交Q平面における信号点配置は実施の形態1の図3と同様である。そして、図12は伝送信号のフレーム構成として、16値直交振幅変調と直交位相変調のNシンボル内の構成を示している。

【0139】

図3、図7および図12を用いて、16値直交振幅変調方式と直交位相変調方式を交互に切り替える変調方式について説明する。16値直交振幅変調方式において、信号点配置、最大信号点振幅および信号点間距離は実施の形態3と同様で

ある。また、直交位相変調方式において、信号点配置、信号点振幅および信号点間距離は実施の形態1と同様である。

#### 【0140】

図12は、Nシンボルにおける16値直交振幅変調と直交位相変調の構成を示したものである。送信機10の直交ベースバンド変調部12において、16値直交振幅変調を上記のように交互に直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、送信無線部15を介してアンテナ17から送信信号16を送信する。復調側として受信機20では、アンテナ21で受信した信号を、受信無線部22を介して振幅歪み量推定部25と周波数オフセット量推定部26に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部29により準同期検波を行う。

#### 【0141】

特に、16値直交振幅変調方式の最大信号点振幅(数7)と直交位相変調方式の信号点振幅 $p$ を等しくしたとき、復調側で精度よく周波数オフセット量および振幅歪み量を推定することができる。

#### 【0142】

また、直交位相変調方式の信号点間距離(数3)を16値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の0.90から1.50倍としたとき搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が平均すると同じデータ転送率となる8相位相変調方式の搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性より良好となる。その一例を図13に示す。

#### 【0143】

図13は、直交位相変調方式の信号点間距離(数3)を16値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の1.20倍としたときの搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性と8相位相変調(8 Phase Shift Keying)方式の搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性との比較である。ただし、図13において $C/N$ は搬送波電力対雑音電力比を表し、 $P$ はビット誤り率を表すものとする。そして、8相位相変調方式の搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性は(数11)

【0144】

【数11】

$$P = \frac{1}{3} \operatorname{erfc}(\sqrt{C/N} \sin \frac{\pi}{8})$$

【0145】

で表される。ただし、 $C/N$ は搬送波電力対雑音電力比を表し、 $P$ はビット誤り率とする。

【0146】

そして、直交位相変調方式の信号点間距離(数3)を16値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の2.00倍としたとき、復調側で直交位相変調方式のベースバンド信号の同相-直交平面における振幅を求めることで、その値を16値直交振幅変調方式のベースバンド信号における同相-直交平面における振幅しきい値とすることができ、回路構成を簡単化することができる。

【0147】

以上のように本実施の形態によれば、図12のように、16値直交振幅変調方式と直交位相変調方式を交互に切り替える変調方式により、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

【0148】

また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

【0149】

(実施の形態12)

本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

【0150】

16値直交振幅変調方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は実施の形態3の図7と同様である。また、同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の同相I-直交Q平面における信号点配置は実施の形態4の図9と同様である。そして、伝送信号のフレーム構成として、16値直交振幅変調と同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調のNシンボル内の構成は、実施の形態11の図12と同様である。

【0151】

図7、図9および図12を用いて、16値直交振幅変調方式と同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式を交互に切り替える変調方式について説明する。16値直交振幅変調方式において、信号点配置、最大信号点振幅および信号点間距離は実施の形態3と同様である。また、同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式において、信号点配置、信号点振幅および信号点間距離は実施の形態4と同様である。

【0152】

図12は、Nシンボルにおける16値直交振幅変調と同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調の構成を示したものである。送信機10の直交ベースバンド変調部12において、16値直交振幅変調を上記のように、交互に同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、送信無線部15を介してアンテナ17から送信信号16を送信する。復調側として受信機20

では、アンテナ21で受信した信号を、受信無線部22を介して振幅歪み量推定部25と周波数オフセット量推定部26に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部29により準同期検波を行う。

#### 【0153】

特に、16値直交振幅変調方式の信号点の最大信号点振幅(数7)と同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点振幅 $p$ を等しくしたとき、復調側で精度よく周波数オフセット量および振幅歪み量を推定することができる。

#### 【0154】

また、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点間距離(数3)を16値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の0.90から1.50倍としたとき搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が平均すると同じデータ転送率となる8相位相変調方式の搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性より良好となる。その一例を図14に示す。

#### 【0155】

図14は、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点間距離(数3)を16値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の1.20倍としたときの搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性と8相位相変調方式の搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性との比較である。ただし、図14において $C/N$ は搬送波電力対雑音電力比を表し、 $P$ はビット誤り率を表すものとする。

#### 【0156】

そして、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点間距離(数3)を16値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の1.41倍としたとき、復調側で同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式のベースバンド信号の同相一直交平面における振幅を求めることで、その値を16値直交振幅変調方式のベースバンド

信号における同相－直交平面における振幅しきい値とすることができ、回路構成を簡単化することができる。

#### 【0157】

以上のように本実施の形態によれば、図12のように、16値直交振幅変調方式と同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式を交互に切り替える変調方式により、同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

#### 【0158】

また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

#### 【0159】

##### (実施の形態13)

本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態1における図1に示すものと同様である。

#### 【0160】

16値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式の同相I－直交Q平面における信号点配置は実施の形態8の図11と同様である。また、直交位相変調方式の同相I－直交Q平面における信号点配置は実施の形態1の図3と同様である。そして、伝送信号のフレーム構成として、16値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調と直交位相変調のNシンボル内の構成は、実施の形態11の図12と同様である。

#### 【0161】

図3、図11および図12を用いて、16値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調

方式と直交位相変調方式を交互に切り替える変調方式について説明する。16値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式において、信号点配置、最大信号点振幅および信号点間距離は実施の形態8と同様である。また、直交位相変調方式において、信号点配置、信号点振幅および信号点間距離は実施の形態1と同様である。

#### 【0162】

図12は、Nシンボルにおける16値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調と直交位相変調の構成を示したものである。送信機10の直交ベースバンド変調部12において、16値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調を上記のように交互に直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、送信無線部15を介してアンテナ17から送信信号16を送信する。復調側として受信機20では、アンテナ21で受信した信号を、受信無線部22を介して振幅歪み量推定部25と周波数オフセット量推定部26に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部29により準同期検波を行う。

#### 【0163】

特に、16値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式の最大信号点振幅（数7）と直交位相変調方式の信号点振幅 $p$ を等しくしたとき、復調側で精度よく周波数オフセット量および振幅歪み量を推定することができる。

#### 【0164】

また、直交位相変調方式の信号点間距離（数3）を16値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の0.90から1.50倍としたとき搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が平均すると同じデータ転送率となる8相位相変調方式の搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性より良好となる。その一例を図15に示す。

## 【0165】

図15は、直交位相変調方式の信号点間距離（数3）を16値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の1.20倍としたときの搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性と8相位相変調方式の搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性との比較である。ただし、図14において $C/N$ は搬送波電力対雑音電力比を表し、 $P$ はビット誤り率を表すものとする。

## 【0166】

そして、直交位相変調方式の信号点間距離（数3）を16値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の1.41倍としたとき、復調側で直交位相変調方式のベースバンド信号の同相－直交平面における振幅を求めることで、その値を16値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式のベースバンド信号における同相－直交平面における振幅しきい値とすることができ、回路構成を簡単化することができる。

## 【0167】

以上のように本実施の形態によれば、図12のように、16値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式と直交位相変調方式を交互に切り替える変調方式により、直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

## 【0168】

また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

## 【0169】

## (実施の形態 14)

本実施の形態における無線通信システムの構成は、実施の形態 1 における図 1 に示すものと同様である。

## 【0170】

16 値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に  $\pi/4$  ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式の同相 I－直交 Q 平面における信号点配置は実施の形態 8 の図 11 と同様である。また、同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の同相 I－直交 Q 平面における信号点配置は実施の形態 4 の図 9 と同様である。そして、伝送信号のフレーム構成として、16 値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に  $\pi/4$  ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調と同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調の N シンボル内の構成は、実施の形態 11 の図 12 と同様である。

## 【0171】

図 9、図 11 および図 12 を用いて、16 値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に  $\pi/4$  ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式と同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式を交互に切り替える変調方式について説明する。16 値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に  $\pi/4$  ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調方式において、信号点配置、最大信号点振幅および信号点間距離は実施の形態 8 と同様である。また、同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式において、信号点配置、信号点振幅および信号点間距離は実施の形態 4 と同様である。

## 【0172】

図 12 は、N シンボルにおける 16 値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に  $\pi/4$  ラジアン回転させた 16 値直交振幅変調と同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の構成を示したものである。送信機 10 の直交ベースバンド変調部 12 において、16 値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に  $\pi/4$

ラジアン回転させた16値直交振幅変調を上記のように、交互に同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、送信無線部15を介してアンテナ17から送信信号16を送信する。復調側として受信機20では、アンテナ21で受信した信号を、受信無線部22を介して振幅歪み量推定部25と周波数オフセット量推定部26に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定して、準同期検波部29により準同期検波を行う。

## 【0173】

特に、16値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式の最大信号点振幅(数7)と同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点振幅 $p$ を等しくしたとき、復調側で精度よく周波数オフセット量および振幅歪み量を推定することができる。

## 【0174】

また、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点間距離(数3)を16値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の0.90から1.50倍としたとき搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性が平均すると同じデータ転送率となる8相位相変調方式の搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性より良好となる。その一例を図16に示す。

## 【0175】

図16は、同相一直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点間距離(数3)を16値直交振幅変調方式の信号点を同相一直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の1.20倍としたときの搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性と8相位相変調方式の搬送波電力対雑音電力比におけるビット誤り率特性との比較である。ただし、図16において $C/N$ は搬送波電力対雑音電力比を表し、 $P$ はビット誤り率を表すものとする。

## 【0176】

そして、同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式の信号点間距離（数3）を16値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式の信号点間距離 $2r$ の2.00倍としたとき、復調側で同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式のベースバンド信号の同相－直交平面における振幅を求めることで、その値を16値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式のベースバンド信号における同相－直交平面における振幅しきい値とすることができ、回路構成を簡単化することができる。

## 【0177】

以上のように本実施の形態によれば、図12のように、16値直交振幅変調方式の信号点を同相－直交平面において原点を中心に $\pi/4$ ラジアン回転させた16値直交振幅変調方式と同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式を交互に切り替える変調方式により、同相－直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより、送受信機間の周波数オフセット量および振幅歪み量を推定するために既知のデータをパイロットシンボルとする方式に比べ、データ転送量を低下させずに準同期検波を行うことができる。

## 【0178】

また、このような変調方式を用いることにより、データ転送量の低下を抑えた通信システムを構築することができる。

## 【0179】

## 【発明の効果】

以上のように本発明によれば、無線通信に用いられ、8値以上の多値変調方式において、定期的に位相変調方式と切り替える変調方式としたものであり、位相変調方式において、データを転送すると同時に復調側で送受信機間の周波数オフ

セット量および振幅歪み量を推定するためのパイロットシンボルとすることにより準同期検波を行うことで、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較し、データ転送量の低下を抑えることができるという有利な効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施の形態による無線通信システムの構成概念図

【図 2】

本発明の一実施の形態による 16 値振幅位相変調方式の信号点配置図

【図 3】

本発明の一実施の形態による直交位相変調方式の信号点配置図

【図 4】

本発明の一実施の形態による信号のフレーム構成の概念図

【図 5】

本発明の一実施の形態による  $2^{2^m}$  値直交振幅変調方式の信号点配置図

【図 6】

本発明の一実施の形態による信号のフレーム構成の概念図

【図 7】

本発明の一実施の形態による 16 値直交振幅変調方式の信号点配置図

【図 8】

本発明の一実施の形態による信号のフレーム構成の概念図

【図 9】

本発明の一実施の形態による直交位相変調方式の信号点配置図

【図 10】

本発明の一実施の形態による  $2^{2^m}$  値直交振幅変調方式の信号点配置図

【図 11】

本発明の一実施の形態による 16 値直交振幅変調方式の信号点配置図

【図 12】

本発明の一実施の形態による信号のフレーム構成の概念図

【図 13】

本発明の一実施の形態による変調方式の搬送波電力対雑音電力におけるビット誤り率特性図

【図14】

本発明の一実施の形態による変調方式の搬送波電力対雑音電力におけるビット誤り率特性図

【図15】

本発明の一実施の形態による変調方式の搬送波電力対雑音電力におけるビット誤り率特性図

【図16】

本発明の一実施の形態による変調方式の搬送波電力対雑音電力におけるビット誤り率特性図

【図17】

従来の伝送される信号のフレーム構成の概念図

【符号の説明】

- 11 送信ディジタル信号
- 12 直交ベースバンド変調部
- 13 送信直交ベースバンド信号同相成分
- 14 送信直交ベースバンド信号直交成分
- 15 送信無線部
- 16 送信信号
- 17、18 アンテナ
- 19 受信無線部
- 20 受信直交ベースバンド信号同相成分
- 21 受信直交ベースバンド信号直交成分
- 22 振幅歪み量推定部
- 23 周波数オフセット量推定部
- 24 振幅歪み量推定信号
- 25 周波数オフセット量推定信号
- 26 準同期検波部

## 2 7 受信デジタル信号

1 0 1 1 6 値振幅位相変調方式の信号点

2 0 1 直交位相変調方式の信号点

4 0 1  $2^{2m}$  値直交振幅変調方式の信号点

6 0 1 1 6 値直交振幅変調方式の信号点

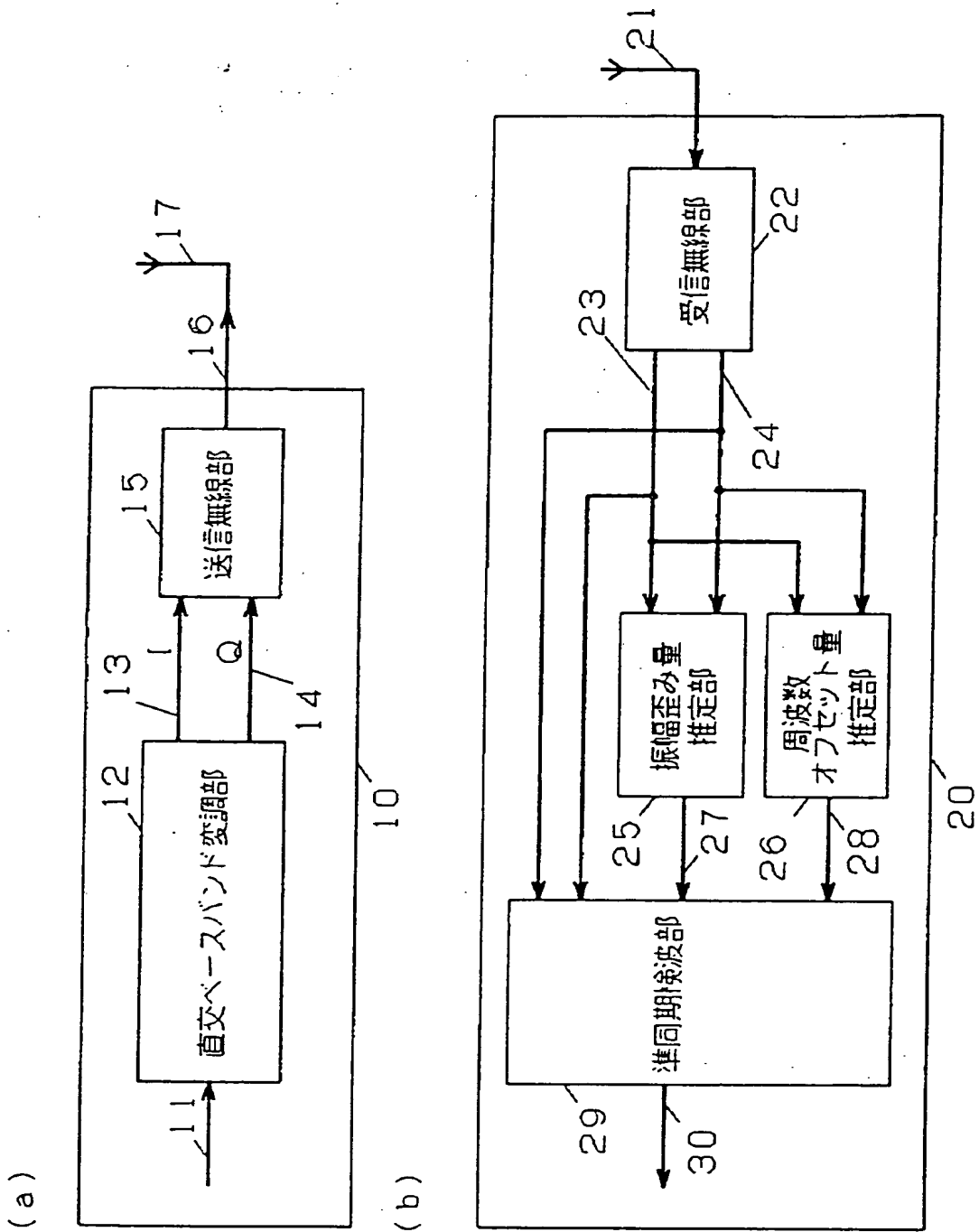
8 0 1 同相-直交平面において同相軸上および直交軸上に信号点をもつ直交  
位相変調方式の信号点

9 0 1  $2^{2m}$  値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を中  
心に  $\pi/4$  ラジアン回転させた  $2^{2m}$  値直交振幅変調方式の信号点

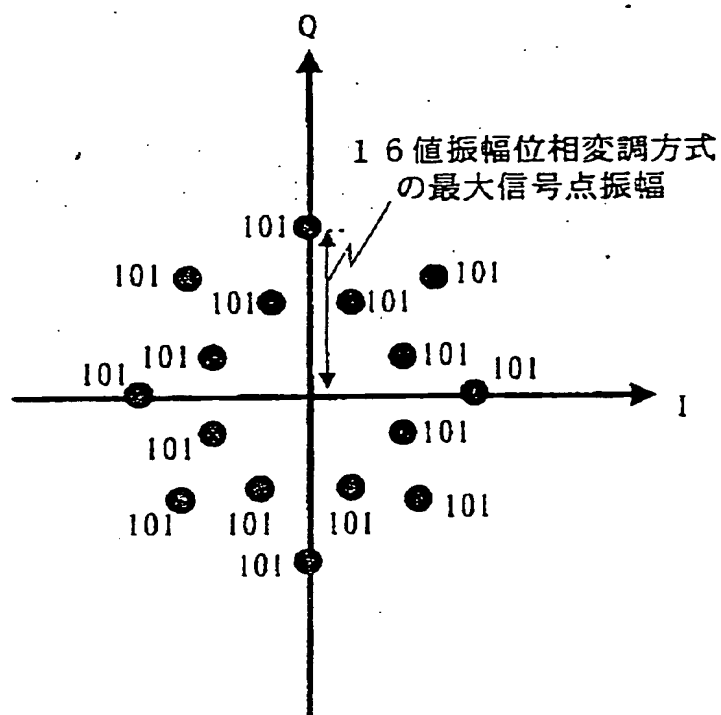
1 0 0 1 1 6 値直交振幅変調方式の信号点を同相-直交平面において原点を  
中心に  $\pi/4$  ラジアン回転させた 1 6 値直交振幅変調方式の信号点

【書類名】 図面

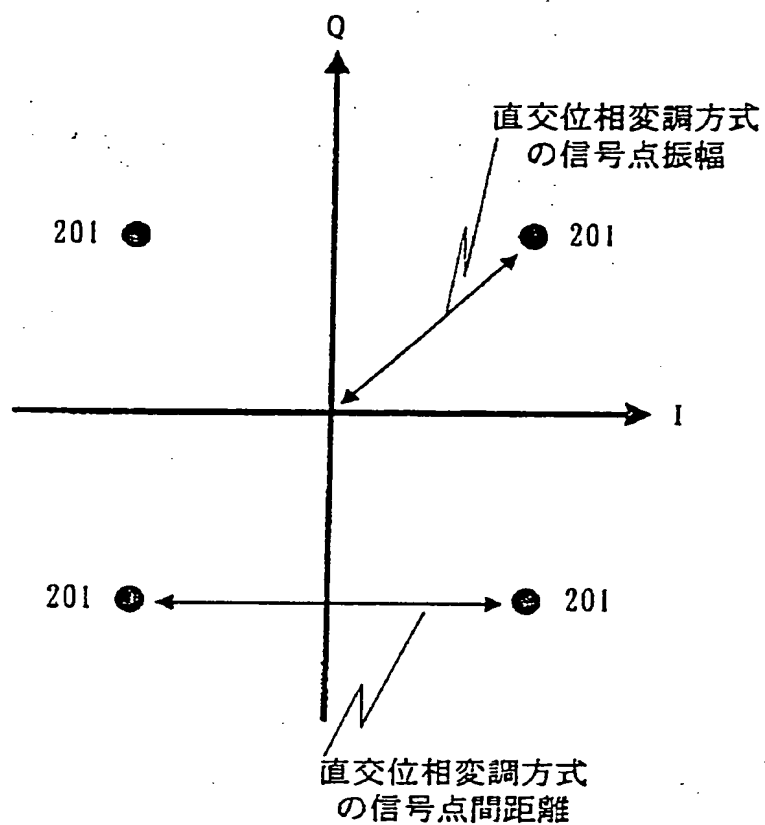
【図1】



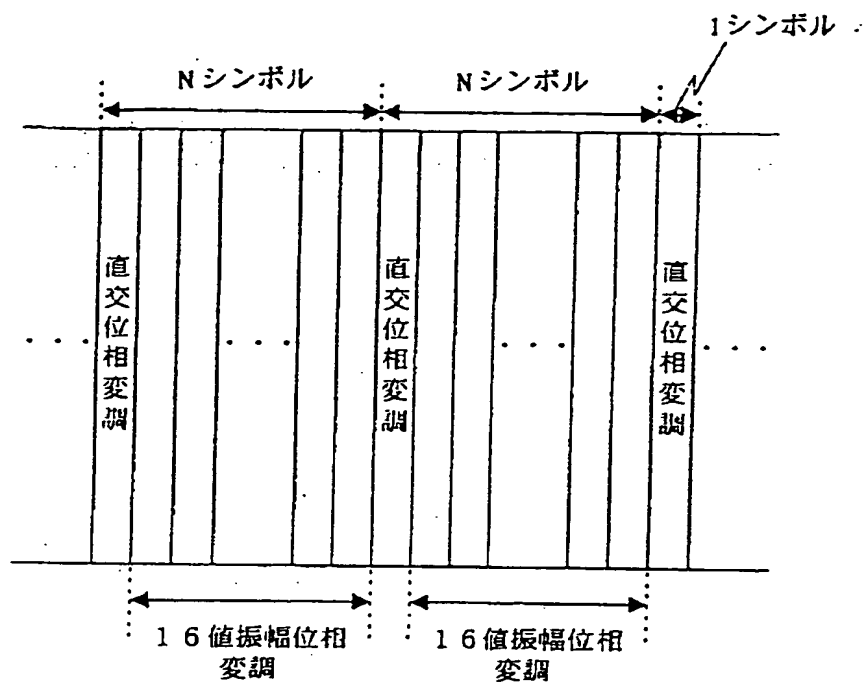
【図 2】



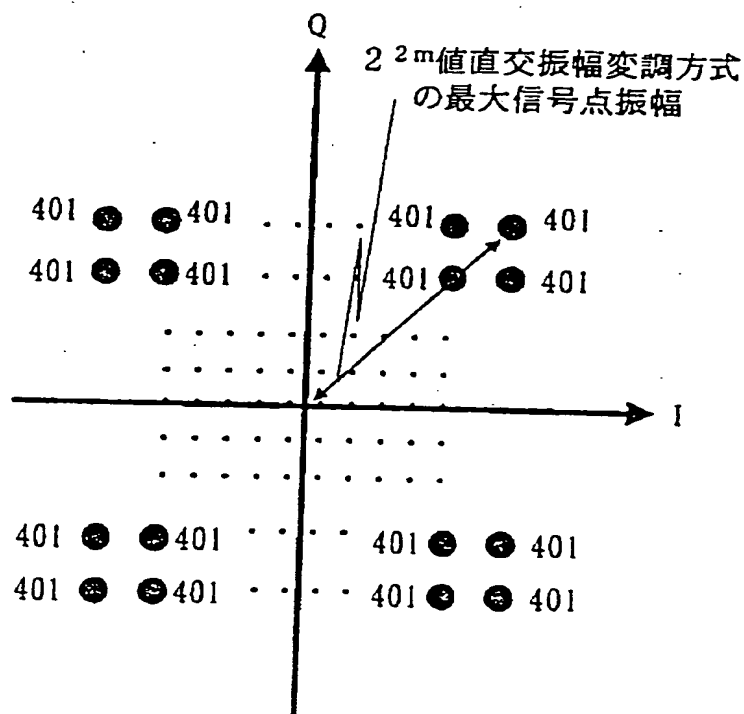
【図3】



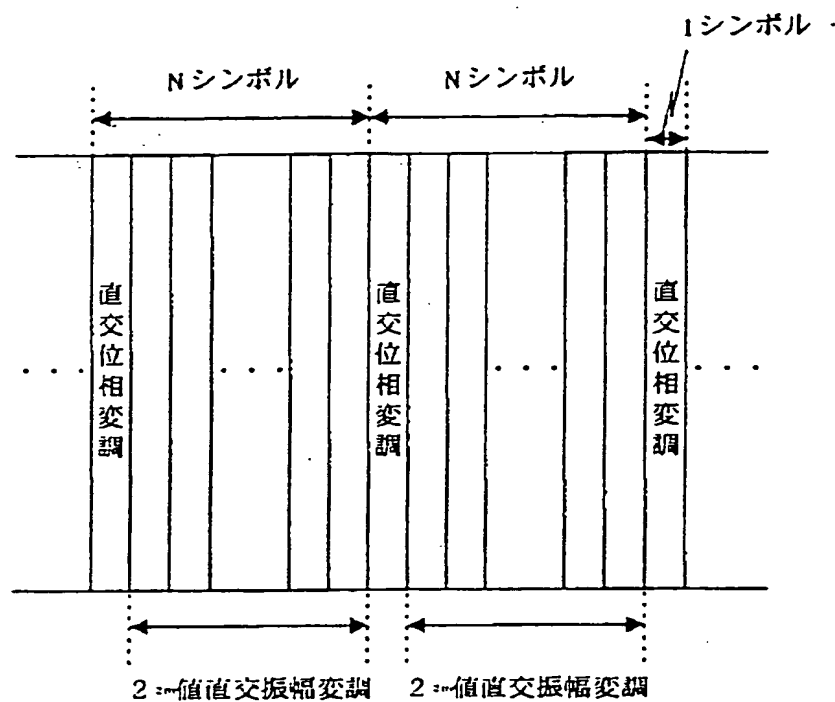
【図4】



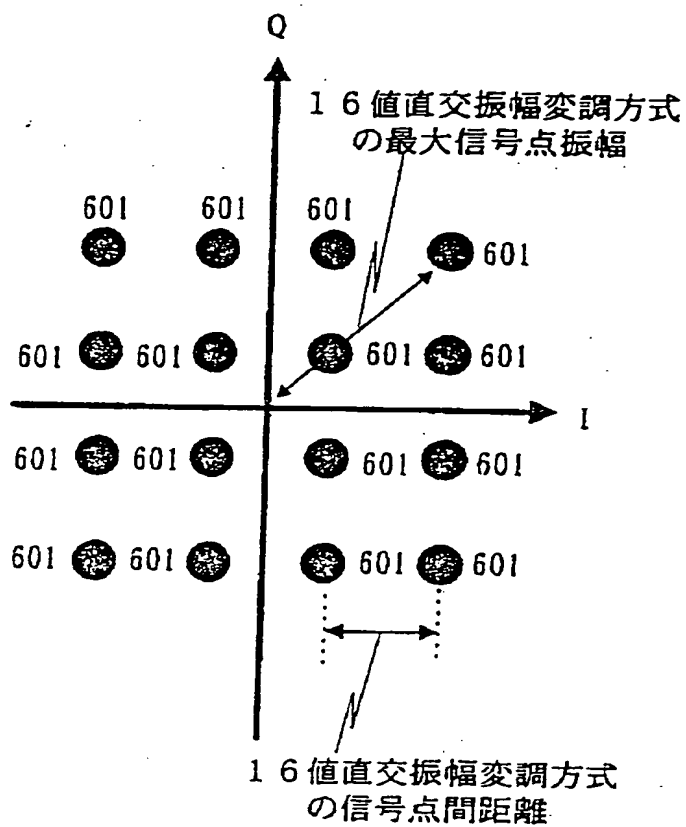
【図5】



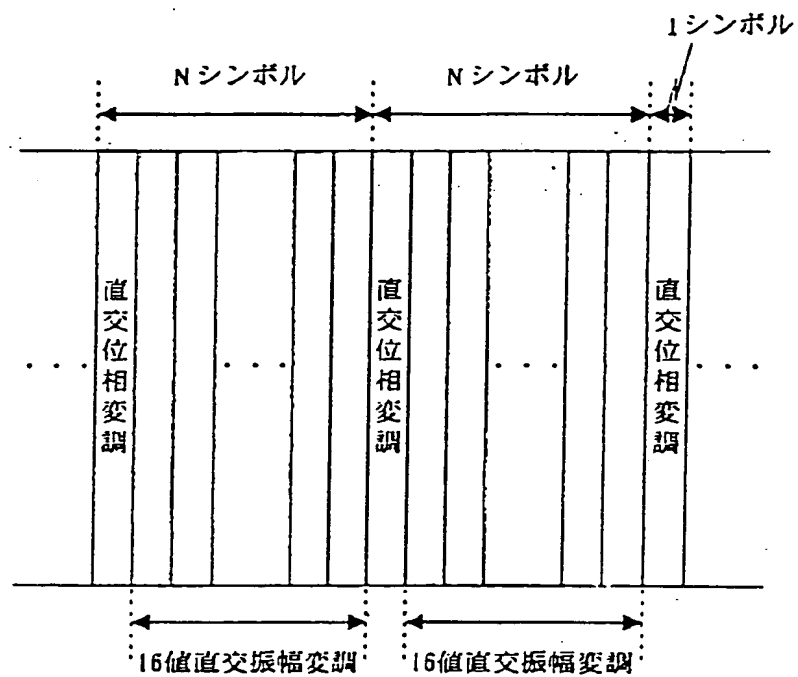
【図6】



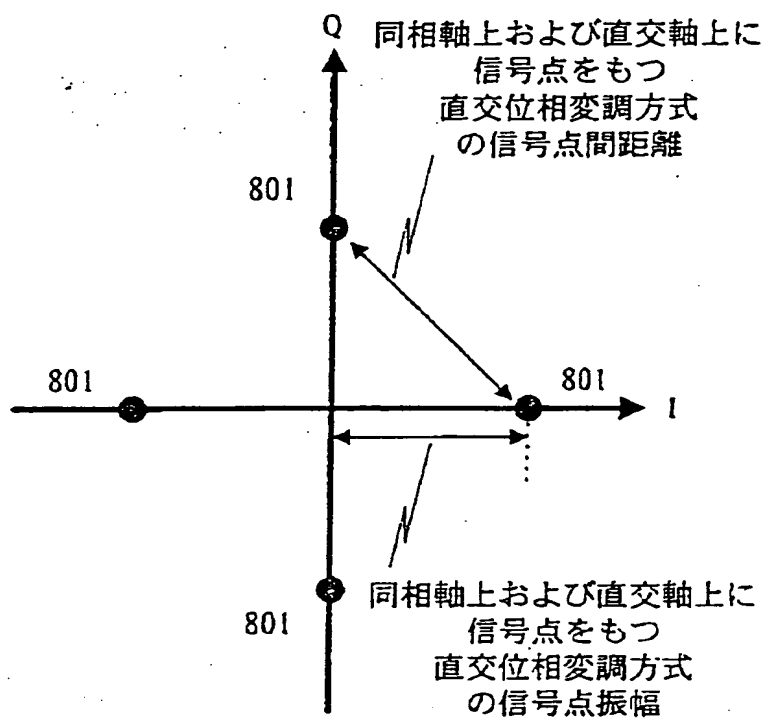
【図7】



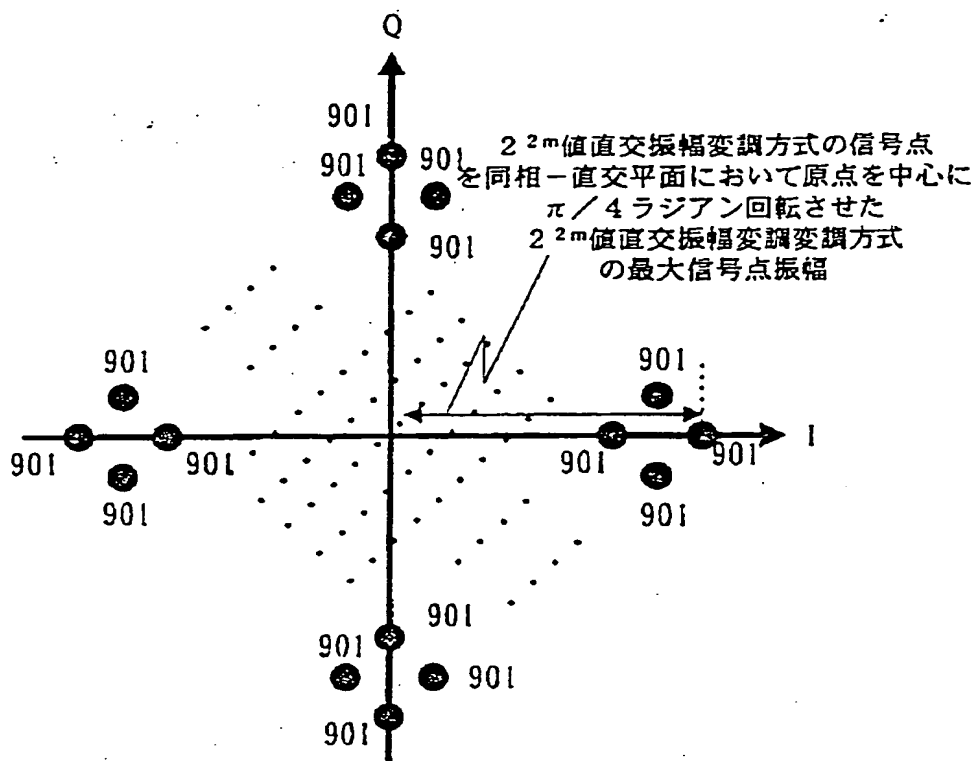
【図8】



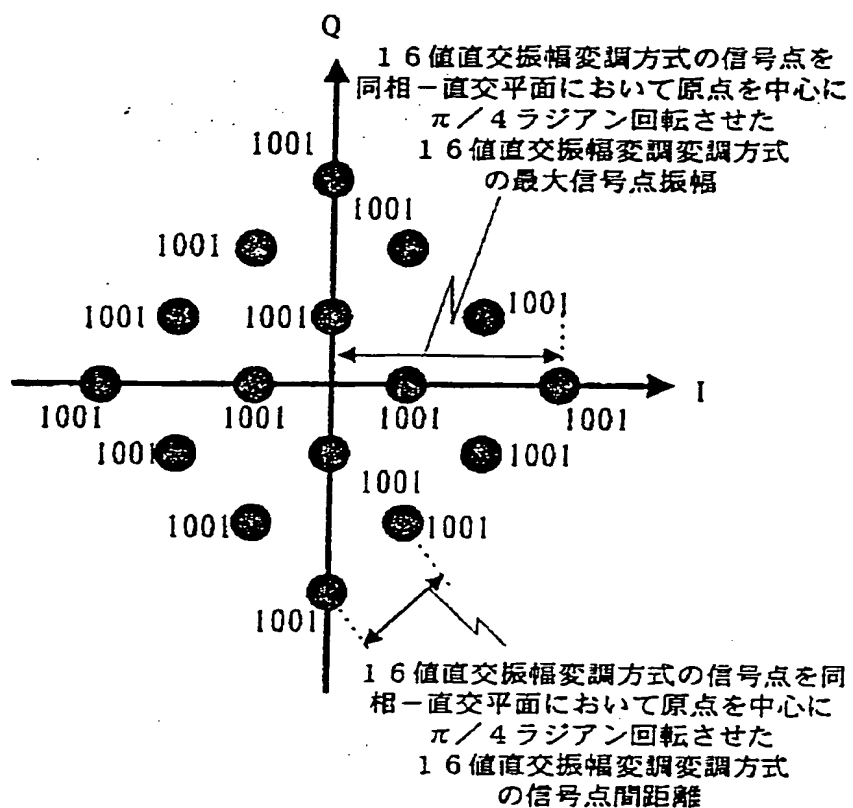
【図9】



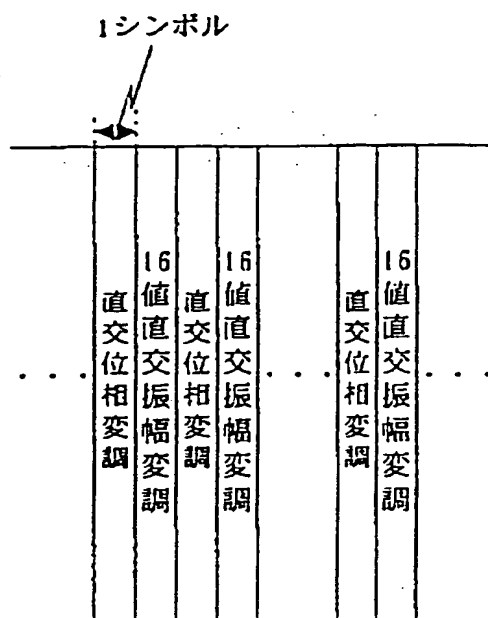
【図10】



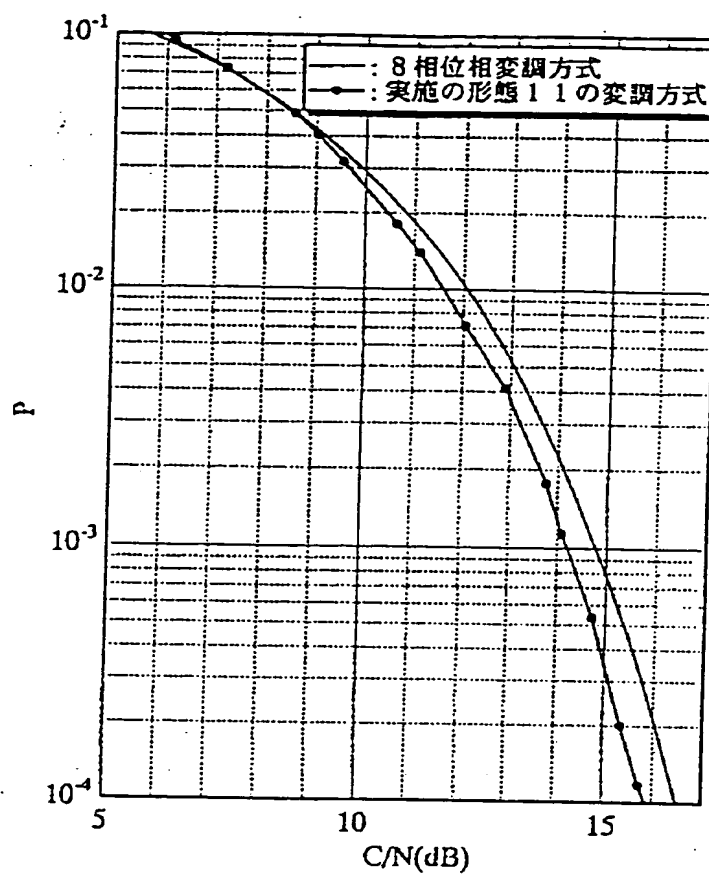
【図11】



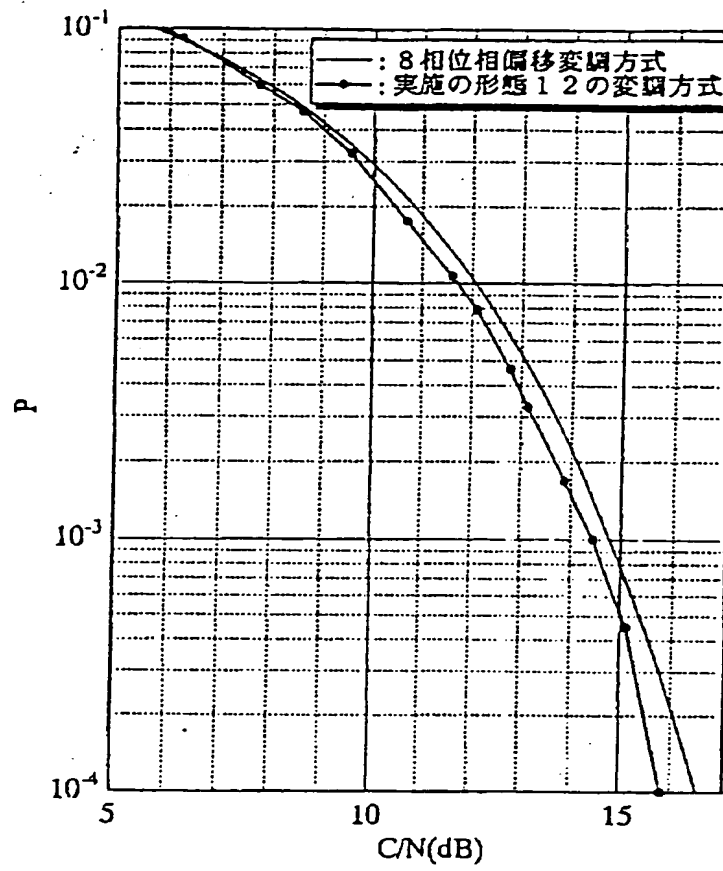
【図12】



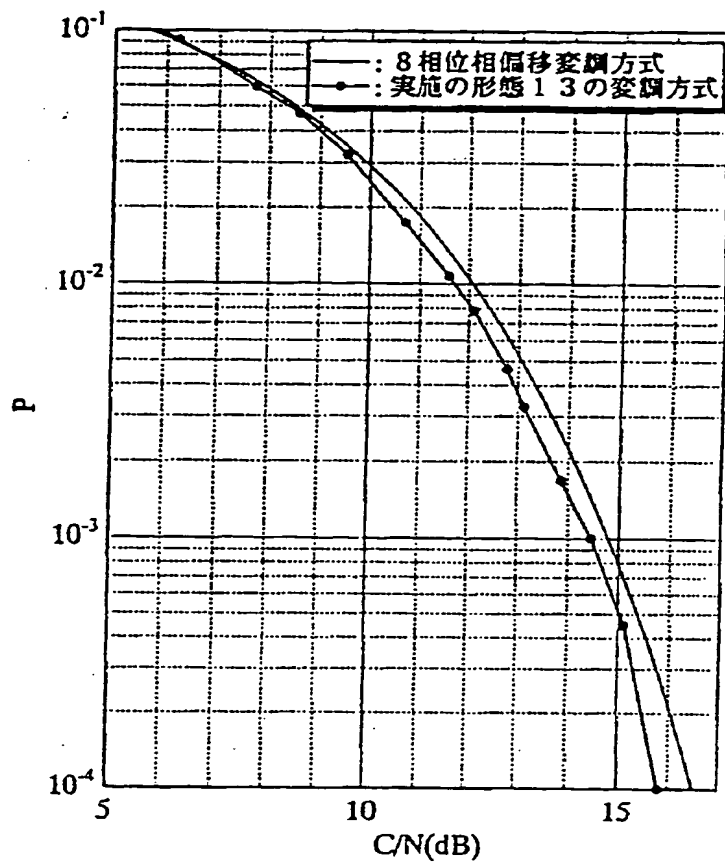
【図13】



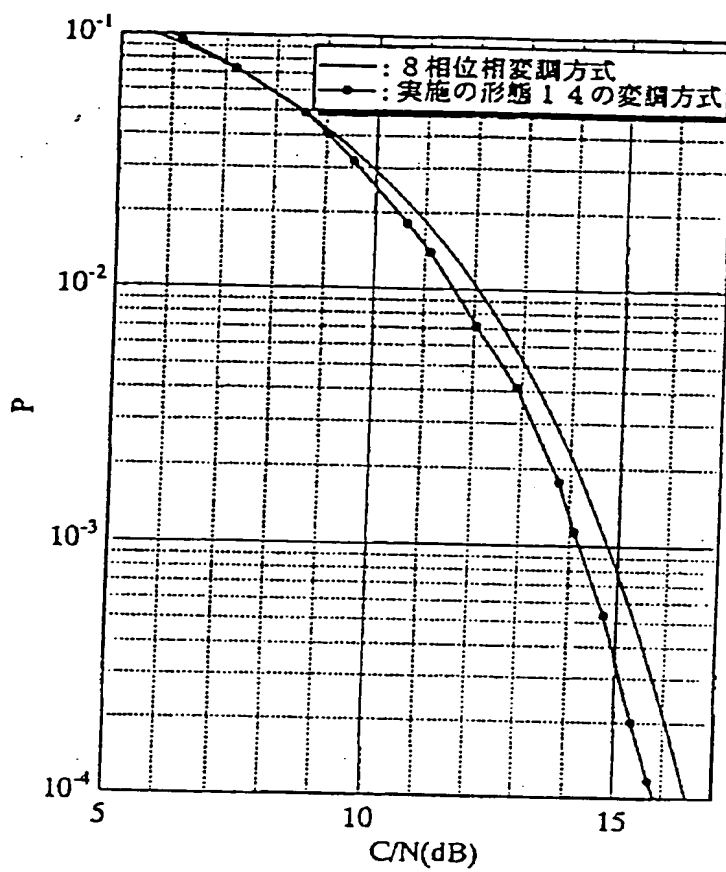
【図14】



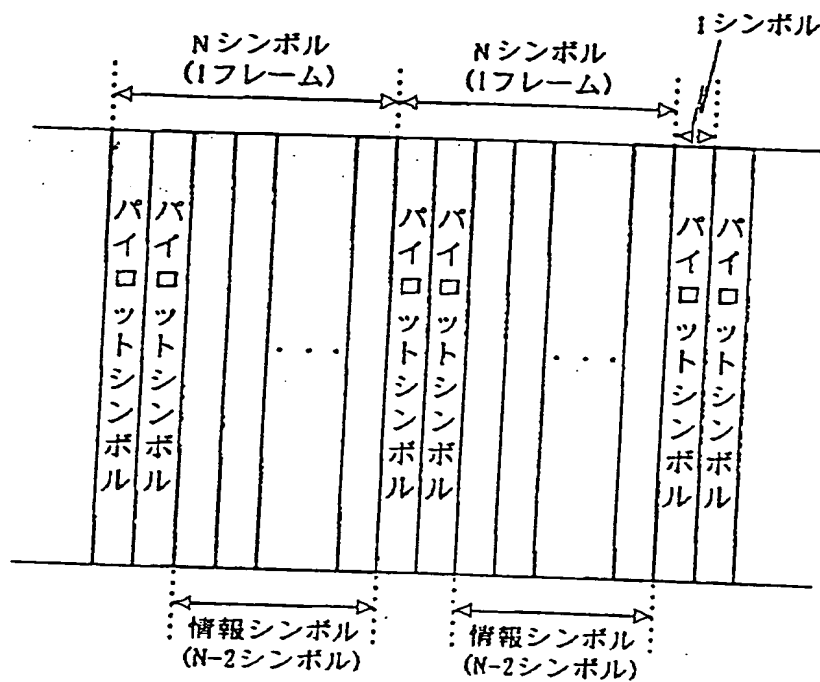
【図15】



【図16】



【図17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 無線通信に用いられるディジタル変調方式とそれを用いた無線通信システムにおいて、データの転送と同時にパイロットシンボルとしての役割をもたせることにより、データ転送量の低下を抑えることを目的とする。

【解決手段】 送信機の直交ベースバンド変調部において、8値以上の多値変調を定期的に直交位相変調に切り替える変調方式によってデータを出力し、受信機では、受信信号を受信無線部を介して振幅歪み量推定部と周波数オフセット量推定部に入力し、パイロットシンボルとして送受信機間の周波数オフセット量及び振幅歪み量を推定して、準同期検波部により準同期検波を行うことにより、既知のデータをパイロットシンボルとする方式と比較して、データ転送量の低下を抑えることができる。

【選択図】 図4

【書類名】 職権訂正データ  
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100078204

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006 松下電器産業株式  
会社内

【氏名又は名称】 滝本 智之

【選任した代理人】

【識別番号】 100097445

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業  
株式会社内

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005821]

1. 変更年月日

1990年 8月28日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真1006番地

氏 名

松下電器産業株式会社